

ADATOK A BÜKK-FENNSÍK RÖVIDHULLÁMÚ SUGÁRZÁSFORGALMÁNAK A TANULMÁNYOZÁSÁHOZ A TALAJHŐMÉRSEKLET NAPI MENETÉNEK VIZSGÁLATA ALAPJÁN

Írta: KÁROSSY CSABA

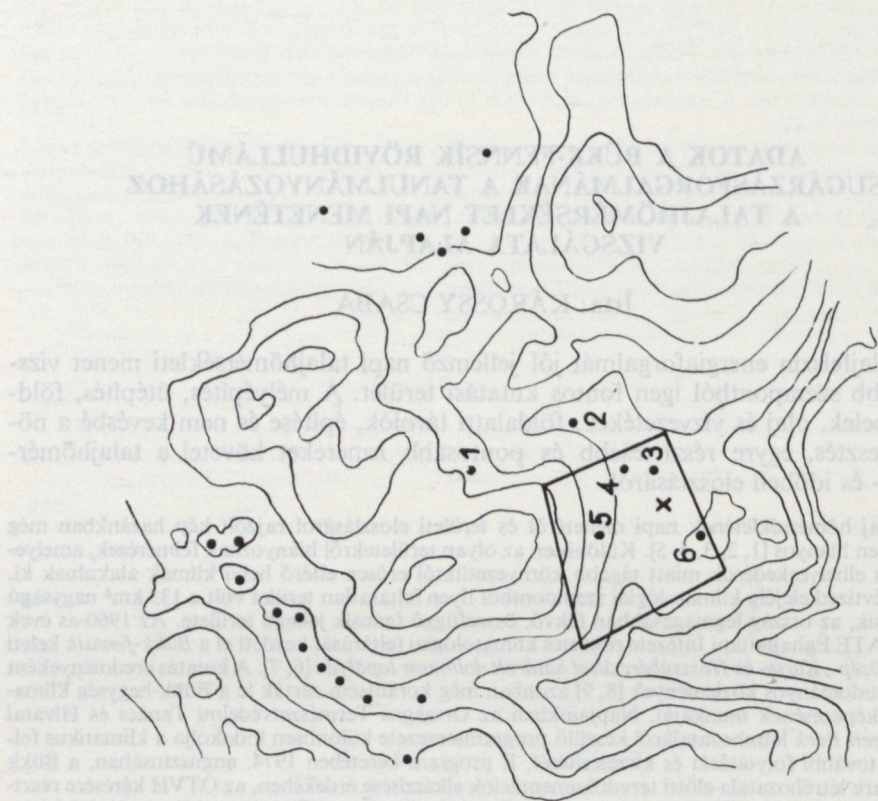
A talajfelszín energiaforgalmát jól jellemző napi talajhőmérsékleti menet vizsgálata több szempontból igen fontos kutatási terület. A mélyépítés, útépítés, földalatti kábelek, olaj és vízvezetékek, földalatti tárolók, építése és nem kevésbé a növénytermesztés, egyre részletesebb és pontosabb ismereteket követel a talajhőmérséklet tér- és időbeli eloszlásáról.

A talaj hőmérsékletének napi menetéről és területi eloszlásáról rajzolt kép hazánkban még meglehetősen hiányos [1, 2, 3, 4, 5]. Különösen az olyan területekről hiányoznak felmérések, amelyeken sajátos elhelyezkedésük miatt tágabb környezetüktől erősen eltérő helyi klímák alakulnak ki. Az elmúlt évtized elejéig klimatológiai szempontból ilyen feltáratlan terület volt a 135 km² nagyságú Bükk-fennsík, az ország legmagasabban fekvő, összefüggő fennsík jellegű területe. Az 1960-as évek végétől a JATE Éghajlattani Intézete részletes klimatológiai feltárását kezdett el a *Bükk-fennsík* keleti részén, a *Közép-, Kurta- és Hosszúbérc által határolt dolinasor lapályán* [6, 7]. A kutatás eredményeként megjelent tudományos közlemények [8, 9] azonban még korántsem zárták le a Bükk-hegység klimatikus feltérképezésének munkáját. Napjainkban az Országos Természetvédelmi Tanács és Hivatal *Bükk Nemzeti Park* létrehozataláról készülő programtervezete különösen indokolja a klimatikus feltérképezés további folytatását és kiszélesítését. E program keretében 1974. augusztusában, a Bükk Nemzeti Park létrehozatala előtti tervdokumentációk elkészítése érdekében, az OTVH kérésére résztvettünk a Bükk-fennsík Dél-Nyugati peremén elhelyezkedő „Őserdő” részletes klimatológiai feltérképezését előkészítő mérési munkákban. Komplex klimatológiai kutatásunk mérési eredményeit a korábbi adatokkal egybe vetve figyelemre méltó következtetéseket vonhatunk le a Bükk-fennsík talajhőmérsékletének és sugárzásforgalmának kapcsolatáról. Jelen dolgozatunkban ezen következtetéseinket foglaljuk össze.

Kutatásunk munkamódszere, állomásaink felállítása és az adatok feldolgozása a korábbi években szerzett tapasztalataink alapján történt [10]. Méréseinket 1974. augusztusában (2—15-ig egy hosszabb ideig tartó anticiklonális időjárási helyzet utolsó szakaszában) a Bükk-fennsík Dél-nyugati részén, a Virágossárgától, délre, Vöröskő-bérc és a Tarkó vonulata között elterülő, csaknem teljesen négyzet alakú, több mint 80 éves érintetlen „Őserdő” nevezű erdő állomány területén és környékén végeztük (1. ábra)

A 25 hektár kiterjedésű érintetlen állományú „Őserdő” és környéke 900 m tengerszint feletti magasságon fekszik. Az „Őserdő” nagyrésze a Virágossár-hegy Dél-keleti oldalán kissé asszimmetrikus kettő nyereg bevágódással ÉK-DNy irányú fő csapással, és DK irányú 0—25°-os lejtőszöggel helyezkedik el. Az erős szélnyírásnak kitett idős, zömmel bükkös erdő állomány, különösen az utóbbi években erősen pusztul. A pusztulás mértéke az „Őserdő” középső részén, valamint a keleti oldalán, a Virágossár-tó elnevezésű, mélyebb fekvésű területen a legnagyobb, ahol a csapadékos időszakokban megreked és felgyülemlik az esővíz.

Az őserdő pusztulásának feltételezeten klimatológiai okát kutatva, 6 klíma állomást állítottunk fel az erdő pusztulásának mértékét megfelelően jellemző környezetben.



1. ábra. Az 1974 augusztusában Bükk-fennsíkron végzett méréseink környezete 10 000-es méretarányú térképen. 1. Az őserdőn kívüli domboldalon elhelyezett ún. főállomás. 2. Az Őserdő melletti „völgyhajlat” állomása. 3. A csalános tisztás állomása. 4. A legsűrűbb erdőállományú „lapos” állomása. 5. A Virágossár oldalában levő „déli lejtő” állomása. 6. A ritkább erdőállományú „dombtető” állomása.

Az „Őserdő”-től ÉK-re levő erős emelkedésű domboldalon, táborhelyünk közelében, a rövidhullámú besugárzást regisztráló KIPP műszeren kívül szélesebbeségmérőket és angol klímaházban elhelyezett termohigrográfot üzemeltettünk. Mértük ezen kívül a megvilágítás erősségét — lux mérővel, a talajhőmérsékletet 0, 2, 5, 15, 20, 25, 30 és 40 cm mélységben elhelyezett talajhőmérőkkel és a napfénytartamot *Campbell-Stokes*-féle napfénytartammérővel. A sugárzásmérő műszerek, valamint a talajhőmérők a domboldalon csaknem teljesen szabad horizontú környezetben kerültek felállításra, így az erdő állományában felállított állomások adatait ezen, ún. fő állomás adataihoz jól viszonyíthattuk. A domboldal és dombtető kitettségé déli-délnyugati, lejtése 8°-os volt, majd a sugárzásmérőktől 10—15 méterre a lejtés irányában 10°-os, a völgy aljában 14°-os lejtésűvé változott. A völgy aljában állítottuk fel második állomásunkat, ahol a megvilágítás erősségét, a levegő relatív nedvességét, és a párolgatás mértékét, valamint a szél sebességét mértük 20 cm és 150 cm-es magasságban.

Az 1. és 2. állomástól ÉNy-ra fiatal, 35—40 éves bükk állomány helyezkedett el. A bükkös állománya szélén vörös fenyő és kőrises elegyű erdő, az előtérben, illetve

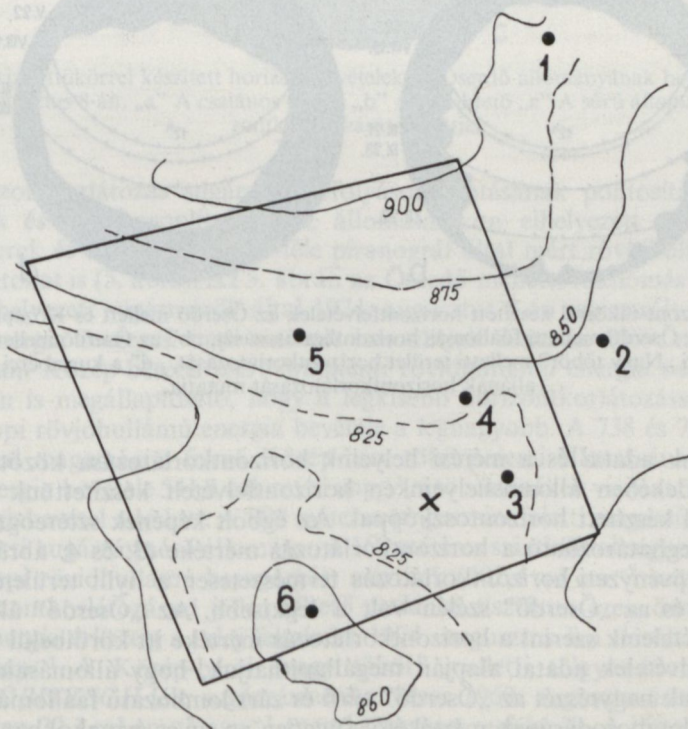
a domboldalon alacsony növésű kőris-bükk és galagonya cserjés-elegyes liget volt található (2. ábra).

A termőtalaj kb. 20 cm vastagságú, vályogos szövetű, morzsás, 10 cm-től lefelé enyhén poliéderes szerkezetű barna rendzina. 20 cm-től lefelé erősen törmelékes mészkő, legömbölyített élekkel. A növényzet az egész domboldalon jellemzően lágyszárú zömmel fűfélék (festucás—perjés).

Az „Őserdő” K-i szélétől 30—40 méterre levő állandóan vízzel töltött eltömített dolina körül létrejött kicsiny tisztáson állítottuk fel az ún. „csalános állomást”, ahol a talajhőmérsékletet mértük hőmérő sorozattal és a rövidhullámú besugárzást *Robitzsch*-féle piranográffal. A talaj itt igen vastag, tömött szövetű agyagos humusztartalmú barna rendzinából képződött barna erdei talaj volt. A csalános tisztás jellemző és szinte egyeduralkodó növénye a nagynövésű vad csalán. Az őserdő közepén levő Virágossár körül, mintegy 100 méteres körzetben állítottuk fel a további (4, 5 és 6) állomásainkat (2. ábra). Az „Őserdő” DK-i részén a Virágossár mélyedésétől Északra húzódó lapos térszínén a legsűrűbb erdőállományban felállított állomásunk horizontkorlátozása 100%-os volt, az ott készített horizonttükörfelvétel teljes árnyékozottságot mutat (4. ábra).

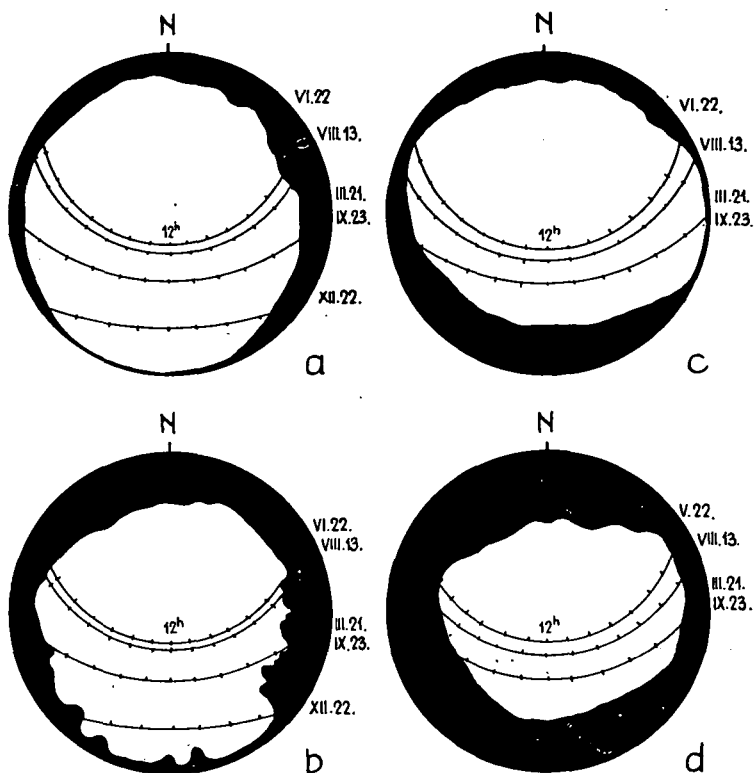
Következő állomásunkat az „Őserdő” középső részén, Virágossártól ÉNy-ra, az „Őserdő” területének nagyrészt kitevő délies lejtő-felszín 870 méteres nyomvonala tájékán állítottuk fel. Az állomás horizontkorlátozását a 3. számú ábra mutatja be.

Az „Őserdő” Déli sarkában emelkedő 860 méteres tengerszint feletti magasságon lévő dombtetőn felállított állomásunk horizontkorlátozása a zenit felé kisebb mér-



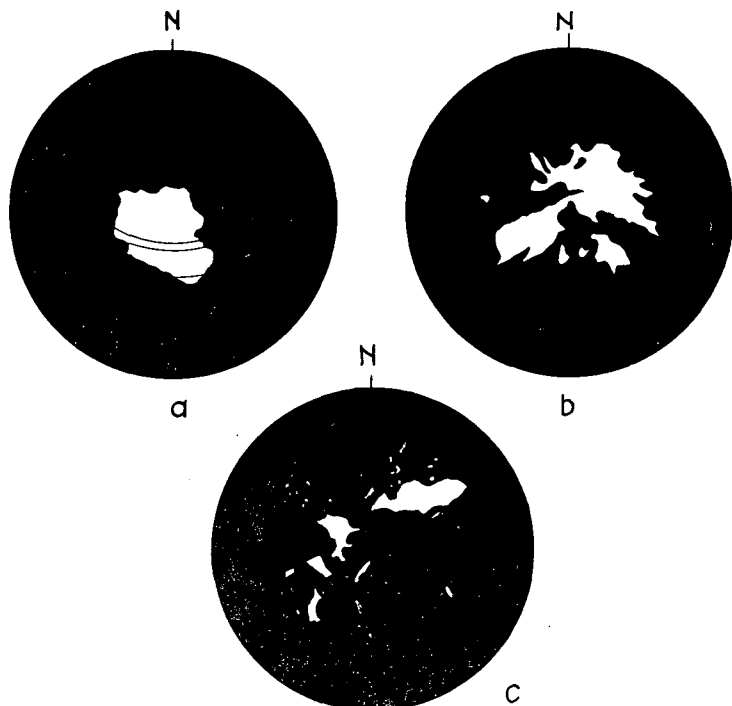
2. ábra. 1974 augusztusában az „Őserdő”-ben végzett méréseink állomásainak elhelyezkedése. 1. Főállomás. 2. Völgyhajlat. 3. Csalános tisztás. 4. Sűrű állományú lapos. 5. Déli lejtő. 6. Dombtető.

tékű volt, mint a délies lejtőfelszínén lévő állomása (3. ábra). Felsorolt állomásainkon mértük a talaj hőmérsékletét, a rövidhullámú sugárzást, (KIPP sugárzásmérővel), a párolgást PICHE-féle párolgásmérővel, a levegő relatív nedvességét ASSMANN-féle aspirációs pszichrométerrel, valamint a megvilágítás erősségét lux mérővel.



3. ábra. A horizont-tükörrel készített horizontfelvételek az Őserdő mellett és Középbérc területén. Az „a” jelzés az Őserdő melletti főállomás horizontkorlátozását, „b” az Őserdő melletti völgyhajlat, „c” a kuratbérci „Nagy töbör” melletti terület horizontkorlátozását, „d” a kuratbérci „Nagy töbör” aljának horizontkorlátozását mutatja.

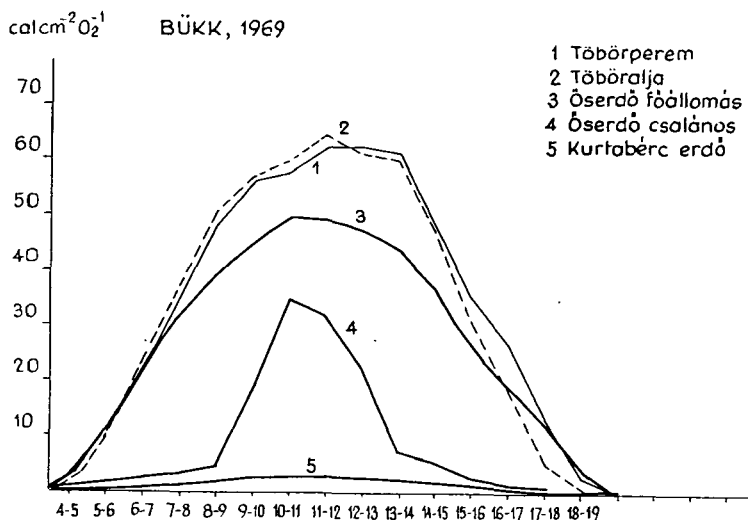
Méréseink adatai és a mérési helyeink horizontkorlátozása közötti kapcsolat tisztázása érdekében állomáshelyeinken horizontfelvételt készítettünk tükröző felületű fémből készített horizontoszkóppal. Az égbolt képének sztereografikus vetületéről jól meghatározható a horizontkorlátozás mértéke (3. és 4. ábrák). Az orográfiai és a növényzeti horizontkorlátozás természetesen a nyílt területen felállított főállomáson és az „Őserdő” szélén volt a legkisebb. Az „Őserdő” állományaiban készített felvételeink szerint a horizontkorlátozás mértéke itt körülbelül 90%-os volt. A horizontfelvételeink adatai alapján megállapíthatjuk, hogy állomásaink horizontkorlátozásának nagyrészt az „Őserdő” sűrű és zárt lombzatú faállománya okozza. Így az erdő lombosodásának mértékétől függően az egyes évszakokban hol kisebb, hol nagyobb értékek adódnak. A nyári félévben igen erős, a téli, tavaszi, és az őszi hónapokban viszont sokkal kisebb mértékű horizontkorlátozással kell számolnunk.



4. ábra. A horizontttükörrel készített horizontfelvételek az Öserdő állományának horizontkorlátozásáról 1974. augusztus 8-án. „a” A csalános tisztás „b” A dombtető „c” A sűrű állományú lapos horizontkorlátozását mutatja.

A horizontkorlátozás sugárzást befolyásoló hatásának pontosítása érdekében feldolgoztuk és összehasonlítottuk az állomásainkon elhelyezett KIPP sugárzásmérő műszerek és a *ROBITZSCH*-féle piranográf által mért rövidhullámú energia-bevételi adatokat is (5. ábra). Az 5. ábrán az Öserdő melletti főállomás és a csalános tisztáson elhelyezett sugármérők által 1974. augusztus 8-án regisztrált óránkénti besugárzott energia összegek napi menetét hasonlítottuk össze az 1969. augusztusának derült napjain Közép-bércen mért óránkénti rövidhullámú energia összegekkel. Az ábra alapján is megállapítható, hogy a legkisebb horizontkorlátozással rendelkező területek napi rövidhullámú energia bevétele a legnagyobb. A 738 és 706 méter tengerszint feletti magasságon fekvő Közép-bérc töbörperemi állomásának napi rövidhullámú energia bevétele $541,1 \text{ cal cm}^{-2} \text{ nap}^{-1}$, a töbörfenéken viszont $528,2 \text{ cal cm}^{-2} \text{ nap}^{-1}$ energiabevétel adódott. A 900 méteres tengerszint feletti magasságon lévő „Öserdő” melletti sugárzásmérő állomáson a 160 méteres szintkülönbségnek megfelelően kevesebb napi rövidhullámú besugárzást mértünk ($402,4 \text{ cal cm}^{-2} \text{ nap}^{-1}$). A legnagyobb horizontkorlátozással jellemezhető csalános tisztáson ezen összegnél sokkal kevesebb energia érkezett a talaj felszínére 1974. augusztus 8-a derült napján $155,2 \text{ cal cm}^{-2} \text{ nap}^{-1}$. A Közép-bérci „nagy töbör” melletti tölgyes állományában elhelyezett *ROBITZSCH*-féle sugárzásmérő műszer 1969. augusztusának derült napjain átlagosan $22,1 \text{ cal cm}^{-2} \text{ nap}^{-1}$ energia összeget regisztrált. A 160 méterrel magasabban fekvő „Öserdő” állomás horizontkorlátozása csaknem azonos Közép-bérci töbörperem vagy a töbörfenék horizontkorlátozásával, ennek ellenére napközben lé-

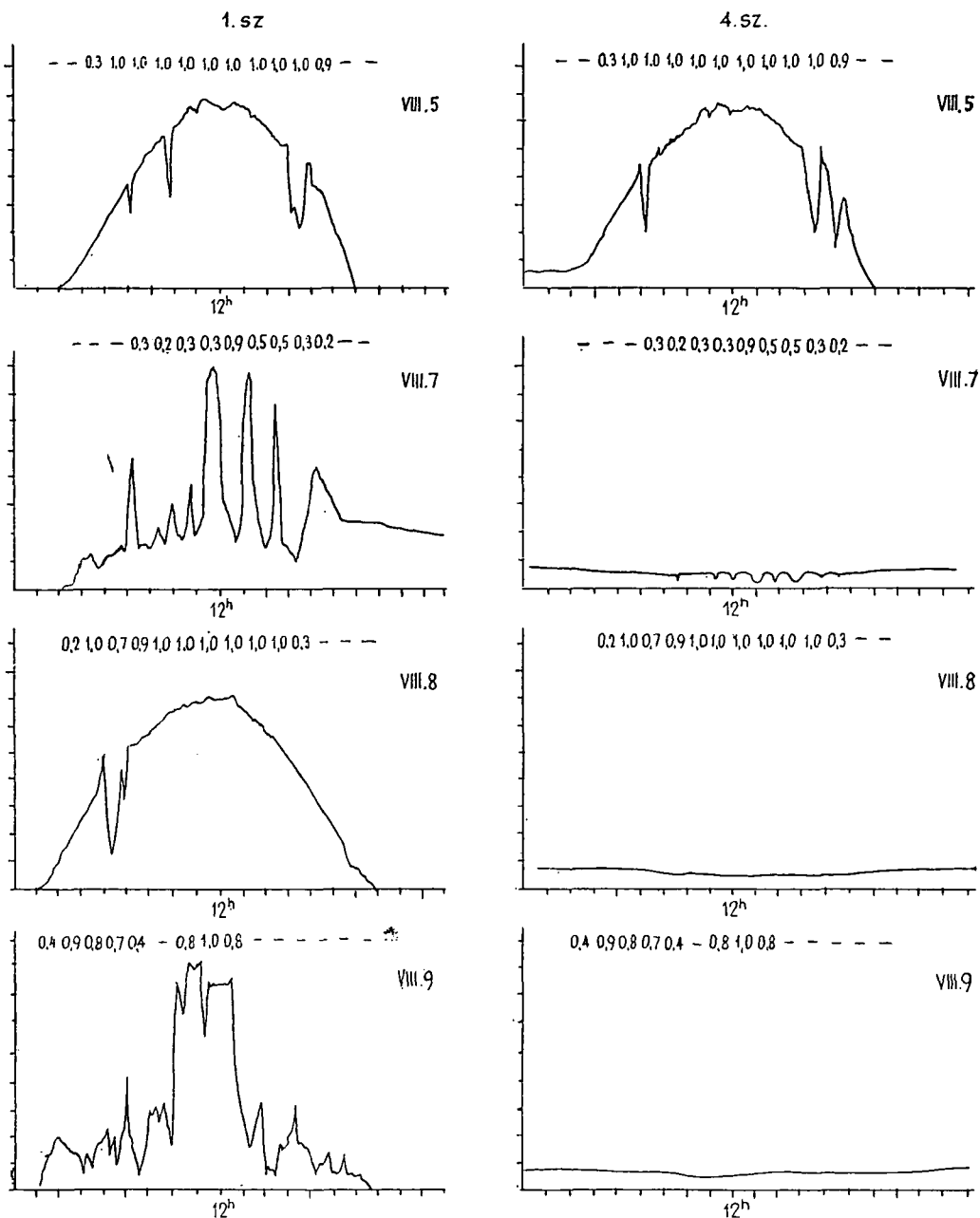
nyegesen kisebb volt az érkező rövidhullámú energia. A reggeli és esti órákban, 7 óra előtt és 17 óra után, alacsony napálláskor nagyjából azonos a görbék futása. Reggel 7 óra és délután 17 óra között azonban Nap magasságától függően delelésig növekvő, majd deleléstől csökkenő mértékben különbözik a magasabban fekvő, „Őserdő”-i sugárázmérő állomás napi rövidhullámú energia bevétele a Közép-bérci állomáson mért értékektől (5. ábra).



5. ábra. A rövidhullámon óránként besugárzott energia összegek napi menete az Őserdő és körzetében, valamint a középbérci „Nagy töbör” területén 1974. és 1969. augusztusának derült napjain. 1. Középbérci Nagy töbör mellett rész, 2. A töbör aljának horizontkorlátozása 1969 nyarán, 3. Az Őserdő melletti főállomás. 4. A csálános tisztás. 5. A dombtető állomásán mért rövidhullámú besugárzás 1974. augusztus 8-án.

Az „Őserdő” keleti részén elhelyezkedő csálános tisztás óránkénti globálsugárzása 9 óráig kicsiny értékű. A csálános horizonttérképén feltüntetett nappályáivekről leolvasható, hogy a nyári időszakban csupán 10 óra és 14 óra között érkezik közvetlen sugárzás a csálános tisztás talajfelszínére. Ennek megfelelően a globálsugárzás növekedésével a csálánosban 9 órától növekedik a fák lombján átszűrődő szórt sugárzás. A szórt sugárzás növekedésével együtt 10 órától közvetlen sugárzást is kap a talaj felszíne, így a globálsugárzást kifejező görbe fokozatosan emelkedik 11 óráig. Deleléskor, amikor már a szabad horizontú terület besugárzása sem növekedik tovább, a görbe menete rövid ideig nem emelkedik, majd a horizontkorlátozás megjelenésével rohamosan csökken a csálános tisztás rövidhullámú besugárzása. Az ábrán bemutatott napi rövidhullámú sugárzásmenetek legkisebb, szinte minimális értéke az erdő állományban adódott. A $22,1 \text{ cal cm}^{-2} \text{ nap}^{-1}$ energia alig 4%-a a szabad horizontú töbörperemi terület globálsugárzásának. Az „Őserdő” állományának szinte teljesen zárt lombzattal jellemezhető területein, például a lapos térszínű állomáson elhelyezett KIPP sugárázmérők adataiból még kisebb rövidhullámú besugárzás mutatható ki ($5,8 \text{ cal cm}^{-2} \text{ nap}^{-1}$). A fentiek értelmében megállapíthatjuk, hogy az erdőterületek rövidhullámú energiabevétele derült napokon az erdő állományának sűrűségétől, a lombkoronaszint záródásának mértékétől függ. Ezen megállapításunkkal kapcsolatos az 1974. évben végzett kutatásunk talán legfeltűnőbb észrevétele is: 1974. augusztus 7, 8 9-én az „Őserdő” legsűrűbb erdőállományában

felállított KIPP sugárzásmérő műszereink regisztrátumain nap közben nem besugárzást, hanem ellenkezőleg, a görbének az éjszakai alaphelyzettől lefelé eltérő menetét, kisugárzásra utaló hullámvölgyét figyelhettük meg (6. ábra). A szabályosan, és az egész nap folyamán jól kirajzolódó, az éjszakai alaphelyzetnél kisebb értékeket mutató görbe az egymást követő közepesen borult majd teljesen derült és ismét közepesen borult napokon (1974. augusztus 7, 8, 9-én) sorozatosan megismétlődött, eltérés csupán a hullámvölgygörbe amplitudójában mutatkozott. A görbe menetén megfigyelhető kisebb ingadozások mértéke a közepesen és változékonyságban borult napokon, 7 és 9-én nagyobb volt, mint teljesen derült 8-án. A számunkra ekkor még érthetetlen jelenséget a regisztráló műszer hibájának tulajdonítottuk, annak ellenére, hogy a jelzett napokat megelőző (augusztus 5 és 6-án) és követő (augusztus 10 és 11-én) időszakban mind a négy regisztráló KIPP műszerünket és mérőfejeiket egymás mellett elhelyezve, az Őserdő melletti sugárzásmérő állomáson üzemeltettük, a műszerek esetleges mérési hibáinak kiderítése és a regisztrátumok összehasonlíthatóságának biztosítása céljából. Az „Őserdő”-n kívüli szabad horizontú főállomás regisztrátumainak és az Őserdő sűrű erdőállományában felállított sugárzásmérő regisztrátumainak összehasonlítása során kiderült, hogy a két műszer együttes és egymás melletti működésekor rajzolt sugárzásmenetek teljesen megegyeznek egymással, csupán az alapvonaluk magasságában térnek el (6. ábra első regisztrátuma). A rövidhullámú sugárzásmérő műszerek különböző elhelyezések kapott eltérő regisztrátumok negatív hulláma feltevésünk szerint valószínűleg a talajfelszín kisugárzására utal, amelyet az Őserdő sajátos magashegységi sugárzásviszonyaival, valamint a sűrű állomány-szerkezettel hozhatunk kapcsolatba. Feltételezéseink szerint a sűrűn záródó lombkorona-szint a felszín sugárzásfogalmában úgy viselkedik, mint egy egyirányba működő szelep, amely a rövidhullámú besugárzást a lombkoronaszintben fogja fel, nem engedi a talaj felszínére jutni. A hosszuhullámú sugárzást viszont könnyebben átengedi. Így a sűrű lombkoronaszinttel jellemezhető erdőállomány talajának energia felvétele csak hosszuhullámú besugárzással és az advektív úton szállított hő felvételével lehetséges. A hosszuhullámú tartományban érkező hőszugárzás a borultság fokától és a felhőzet fajtájától, az advektív úton szállított energia pedig az időjárási helyzettől és a környezet helyi klímájától függ. Derült napokon az erdő lombzatán át a talaj felszínére jutó hosszuhullámú energia és az advektív úton nyert hőenergia egy része az erdő lombkoronaszintje felé sugárzódik. Valószínű, hogy a kisugárzás spektrumának rövidebb hullámhosszú része könnyebben átjut a lombzaton és az égbolt felé sugárzódik tovább. Az advektív úton szállított hőenergiát a talaj csak addig tudja hasznosítani, amíg a levegő hőmérséklete nagyobb. Az erdei talaj hosszuhullámú besugárzása és az advektív úton szállított hőenergia felvétele együttesen a talaj felső szintjének felmelegedtségét, és ezzel a hosszuhullámú kisugárzás mértékét határozza meg. A kisugárzás felszíni hőmérséklettől való függése, a hullámhossz intervalluma, valamint a felhőzet kisugárzást csökkentő szerepe, a visszasugárzás jelensége ismert kérdések. Feltételezéseink szerint a teljes légkörben lejátszódó visszasugárzáshoz hasonló kölcsönhatásos folyamat zajlik le a jól záródó lombkoronaszint alatti erdő légterében akkor, amikor a lombzat a felhőkhöz hasonlóan visszasugározza a leghosszabb hullámú hősugarakat a talaj felszíne felé (4,8—8,0 mikron között és 12 mikron felett). A rövidebb (3,2—4,8 mikron) hullámhosszú tartományban, az ún. vízgőz átlátszósi ablakban, viszont visszasugárzás nélkül halad át a sugárzás az erdő lombkoronáján és a légkörön [14]. A fentiek alapján érthető a rövidhullámú besugárzás mérésére (0,3—4,0 mikron közötti hullámtartomány) készített és rendszeresített KIPP globálisugárzásmérő műszer által a nap folyamán regisztrált „negatív besugárzás”.



6. ábra. A KIPP globálsugázmérő műszerrel regisztrált rövidhullámú sugárzás napi meneteinek összehasonlítása a főállomáson és az Őserdő legsűrűbb erdőállományában 1974. augusztus 5–9. között (az eredeti regisztrátumokról készített fénykép rajza).

A sűrű erdő állományában igen vékony a talaj napi inverziós rétege (5 cm), s az inverzió kialakulása sem egyértelmű a lehülési szint hiánya miatt. A hosszúhullámú kisugárzás korlátozottsága következtében ugyanis az éjszakai és hajnali órákban nem alakulhat ki a talajban a lehüléssel kapcsolatos divergencia, vagy meleg szint. Ennek következtében a hideg és melegsint találkozását, azaz a talajban lejátszódó hőmérséklet változások alsó határát jelölő napi neutrális szint is hiányzik (7. ábra). A sajátos sugárzásviszonyoknak megfelelően az ilyen talajok hőgazdálkodásában feltételezhetően több napon át, hosszabb időszakon keresztül hiányzik a felmelegedés és lehülés napi ritmusa különösen fontos a talajban élő mikroorganizmusok és gombák életfolyamatihoz. A talajlégzés, a talajnedvesség változása, a redoxpotenciál mind a talaj hőgazdálkodásának függvényei, így a hőgazdálkodás ritmusának változása, a talaj hőforgalmának intenzitása érzékenyen befolyásolja a talajban fejlődő magasabb rendű élőlények életfolyamatait is.

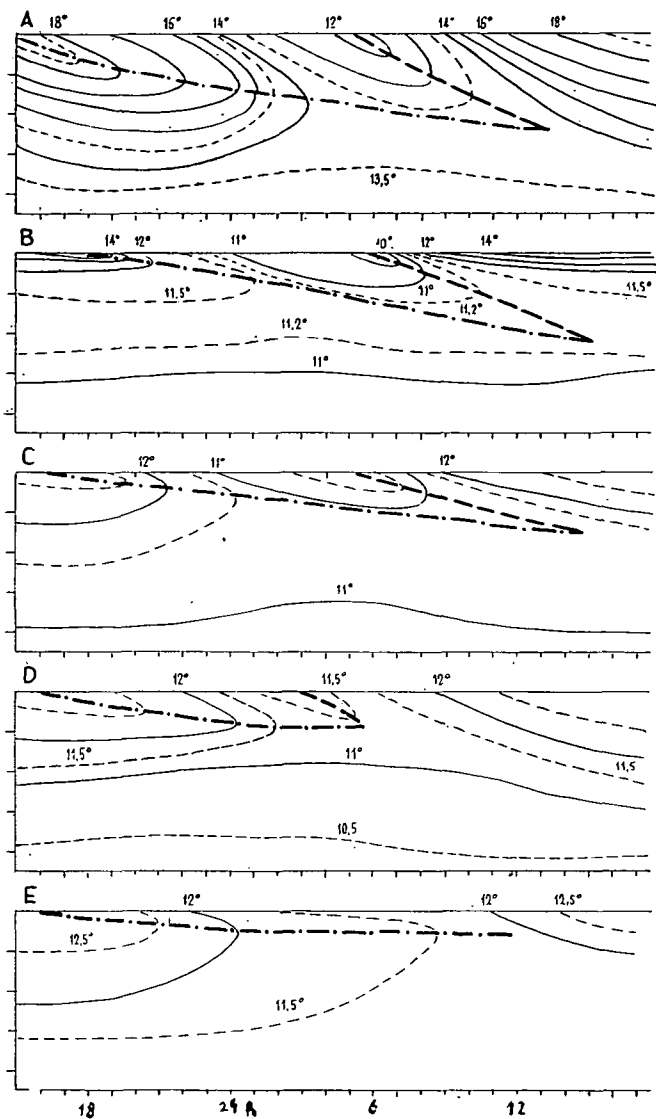
A talaj felmelegedésének és lehülésének napi ritmusa a nyári hónapokban igen nagy horizontkorlátozás következménye képpen feltehetően teljesen hiányzik, így a talaj hőforgalma ezen időszakban az évszaknak megfelelően felmelegedéssel, bár igen kis mértékű felmelegedéssel jellemezhető [13].

A tavaszi, őszi és téli hónapokban azonban, amikor az erdő lombozata hiányzik, a talaj felmelegedésének és lehülésének napi menete határozottabbá válik. Az évi inverziós réteg hideg szintjének sülyledése a nyári hónapokban jóval kisebb mértékű, mint a tavaszi és őszi időszakban [15]. A téli hónapokban megjelenő évi meleg szint sülyledésének üteme a lombzat hiánya miatt szabadabban érvényesülő kisugárzás hatására gyorsabb.

A 7. ábrán bemutatjuk az Őserdő állományában és a nyílt, szabadhorizontú területen felállított állomásaink talajhőmérsékleti adataiból készített izoplétákat. A legelső „E” izoplétán jól megfigyelhető a meleg szint hiánya, vagyis az inverzió hosszantartó (napokon át tartó) elhúzódása. Az „A, C és D” izopléták a szabadhorizontú terület és az egyre sűrűbb állományú erdő inverziós rétegének mélységbeli csökkenését, valamint az inverzió időtartamának rövidülését mutatják be. Amíg a szabadhorizontú főállomáson 25 cm-es volt az inverziós réteg vastagsága, és az inverziós réteg neutrális szint 13 órákor jelent meg, addig az „Őserdő” állományában lévő dombtetőn 12 cm mélységű, és másnap délelőtt 10 óráig tartó inverzió mutatható ki. Ennél még kisebb a csaknem teljesen zárthorizontú déli lejtőn lévő állomás inverziós rétegének vastagsága (8 cm,) és kettős inverzióval jellemezhető időtartama (3 óra).

Az „Őserdő”-ben lévő csalános tisztás területén felállított állomás talajhőmérsékleti izoplétájánál az erőteljes horizontkorlátozás (4. ábra) miatt későbbben meginduló intenzívebb besugárzás (5. ábra) hatására a hideg szint sülyledése a felszínről a mélyebb rétegek felé későbbben kezdődik. A divergencia szint sülyledésének menete azonban a többi állomás meleg szintjének sülyledési menetéhez hasonló. A talaj felmelegedésének 3–4 órás késése a neutrális szint helyzetében is kimutatható (15 órákor). Az „Őserdő” állomásainak napi talajhőmérsékleti menetét megrajzoló izoplétákról eddig összefoglalva az I. táblázaton mutatjuk be.

A különböző horizontkorlátozású, de nagyjából azonos tengerszint feletti magasságon elhelyezett állomásaink talajhőmérsékleti izoplétáiból meghatározott inverziós rétegvastagság és inverziós időtartam értékek nagyon jól egyeznek a korábban, és más területek talajára meghatározott Bükk-fennsík térszínének adataival [16]. A tengerszint feletti magasságtól függően sugárzási egyenlő, s ezzel együtt az inverziós réteg vastagsága a magasság növekedésének megfelelően fokozatosan csökken. A csökkenés mértéke és a tengerszint feletti magasság kapcsolatának meghatározására



7. ábra. A talaj hőmérsékletének izopletákkal rajzolt napi menete az Őrsedő különböző erdőállományában 1974. augusztus 8-án. A. A főállomás, B. A csalános tisztás. C. A dombtető. D. A déli lejtő. E. A legsűrűbb erdőállomány talajhőmérsékleti izopletái. A vastagon kihúzott vonal a felmelegedési, a vékonyabb és szaggatott vonal a lehűlési szintet jelöli.

korábbi közlésünkben tettünk kísérletet [17]. A tengerszint feletti magasság talajhőmérséklet befolyásoló szerepének ismételt bizonyítására a 8. ábrán bemutatjuk az 1974. augusztus 2–16 közötti derült napi méréseink időpontjában, az Alföldön, Kömpöcön lévő VITUKI állomás talajhőmérsékleti méréseinek adataiból készített izopletát. A kömpöci és az őserdei állomás közötti 800 méteres szintkülönbség igen jól kitűnik az inverziós réteg vastagságának különbségéből. Kömpöcön 60 cm-es az

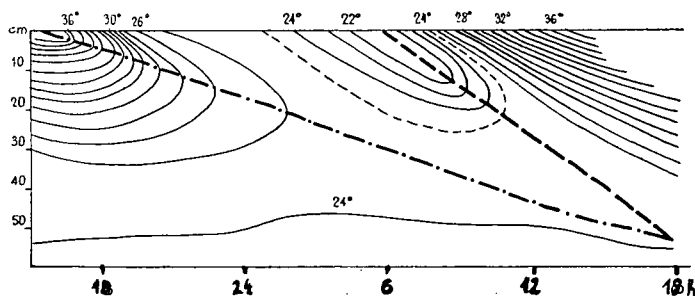
1. táblázat

Különböző horizontkorlátozású területek besugárzásának és napi talajhőmérsékleti menetének kapcsolatát tükröző inverziós rétegmélység és neutrális időpontok a Bükk-fennsíkban az Őserdő állományában és a VITUKI Kömpöci állomáson

a mérés ideje	a mérés helye	az inverziós rétegmélysége (cm)	a neutrális pont ideje (óra)	a 2 cm-es napi max.		a 2 cm-es napi min.	
				értéke (°C)	ideje (óra)	értéke (°C)	ideje (óra)
1974. VIII. 4—20.	Kömpöc	60	20	38,7	15	21,9	5
1974. VIII. 8.	Bükk Őserdő főállomás	25	18	18,4	16	12,2	6
1974. VIII. 8.	Bükk Őserdő csalános	23	15	13,1	16	10,5	5
1974. VIII. 8.	Bükk Őserdő dombtető	12	10	13,0	14	10,5	5
1974. VIII. 8.	Bükk Őserdő déli lejtő	8	5	12,9	14	10,8	5
1974. VIII. 8.	Bükk Őserdő sűrű állomány	5	—	15,8	17	11,4	7

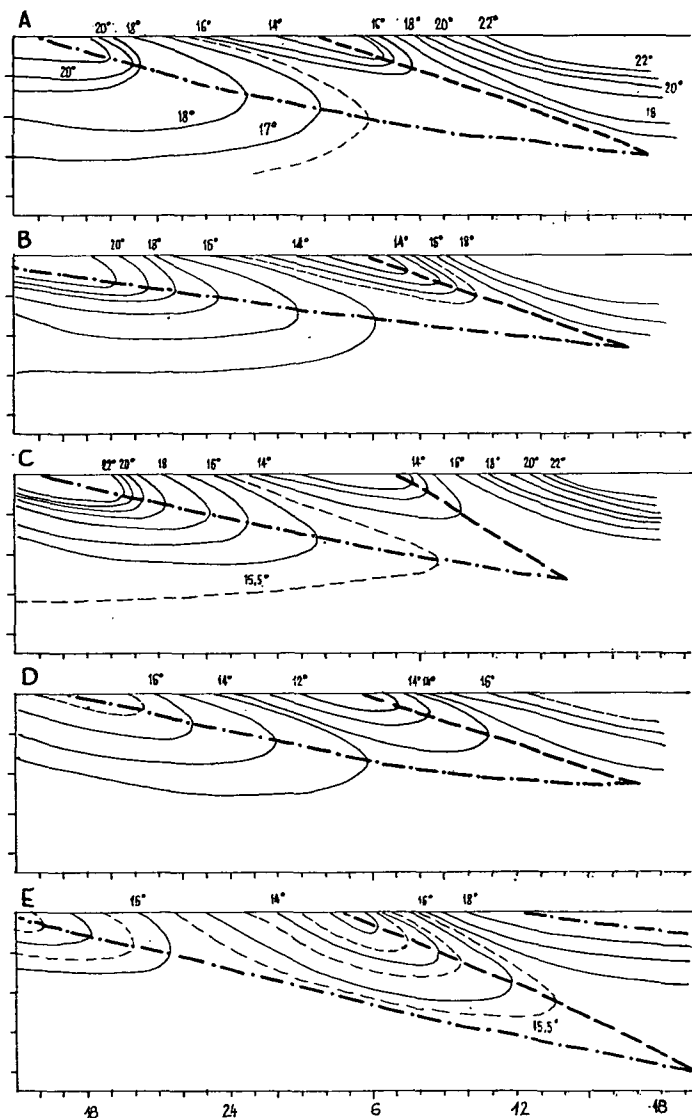
inverziós réteg, míg az „Őserdő” melletti lejtő térszinen csupán 25 cm-es. Kömpöcön az inverziós réteg neutrális pontja másnap 20 órakor jelent meg, a Bükk hegységben pedig már 13 órakor. A 35 cm-es inverziós rétegvastagság különbség és a 7 órával rövidebb ideig tartó inverzió a magasabban fekvő Bükk-fennsíki állomás átlagosan 4° C-al alacsonyabb léghőmérsékletével és a magashegyi sugárzásviszonyok sajátos jellegével magyarázható.

A talajhőmérséklet napi menetének izoplétás ábrázolásával nem csupán a sík területek sugárzásviszonyait követhetjük nyomon, a különböző lejtős térszinek kitettségétől és lejtőszögétől függő besugárzásviszonyai is jól tanulmányozhatók ezzel az ábrázolási móddal.



8. ábra. A talajhőmérséklet napi menete 1974. augusztus 8-án Kömpöcön. A vastag vonal a felmelegedési szintet, a vékony szaggatott vonal a lehűlési szintet jelöli.

A 9. ábrán a Bükk-fennsík egyik legnagyobb dolinájának, a közép-bérci „Nagy Töbör” 1965. évben végzett talajhőmérsékleti mérési eredményeinek adataiból rajzolt izopléta sort mutatjuk be. Az „A és B” ábrákból megállapítható a töbör alján és a töbör szélén felállított hőmérők adatainak csekély különbsége, amely a töbör sugárzásviszonyainak korábban feltárt törvényszerűségeivel összhangban áll [18]. A töbör alján lévő jelentős horizontkorlátozás (3. ábra) szórt besugárzás csökkentő



9. ábra. A talaj hőmérsékletének izoplétákkal rajzolt napi menete a közép-bérci „Nagy töbör”-ben és környékén. A. A töbörperem talajának hőmérséklete. B. A töbörfenék talajának hőmérséklete. C. A nyugati kitettségű. D. Az északkeleti kitettségű. E. Az északi kitettségű lejtő felszínének talajának hőmérsékleti menetei.

szerepét a töbör oldalairól visszaverődő rövidhullámon reflektált sugárzás ellensúlyozza (5. ábra). A „C, D és E” részárkák a töbör oldalak lejtőire (nyugati, északi és észak-keleti égtáji expozíciók) érkező rövidhullámon besugárzott energia napi menetére jellemző talajhőmérsékleti izopletáit mutatják be. A nyugati expozíción jól feltűnik a kitettségéből származó késői besugárzás hatása. A talaj felmelegedése 1—2 órával később következik be. Az északi expozíció ábráján felismerhető a lejtő expozíciójából származó kisebb energia bevétel hatása. A talajréteg felmelegedése itt 15—16 óra körül indul meg és a töbör aljának és a töbör peremének 2 cm-es mélységében mért 24—25° C-os felmelegedésével szemben az északi expozíció 2 cm-es mélységben csak 18—19° C-os a talaj hőmérséklete. Az inverziós réteg mélysége 27 cm, az inverzió neutrális szintjén a hideg és meleg szint találkozása 18 órakor következik be. Az északi kitettség talajhőmérsékleti menetéhez hasonló az északkeleti expozíciójú sziklás felszín lejtőjének talajhőmérsékleti menete. A felmelegedés igen korán, már 10 órakor megkezdődik a Nap kelésének a nyári időszakban jelentős nagyságú tágassága következtében. A sziklás felszín lehülése azonban a jó hővezető képesség miatt az éjszakai órákban igen intenzív, így a neutrális szint, vagyis a napi inverzió alsó határa 50 cm mélységben van.

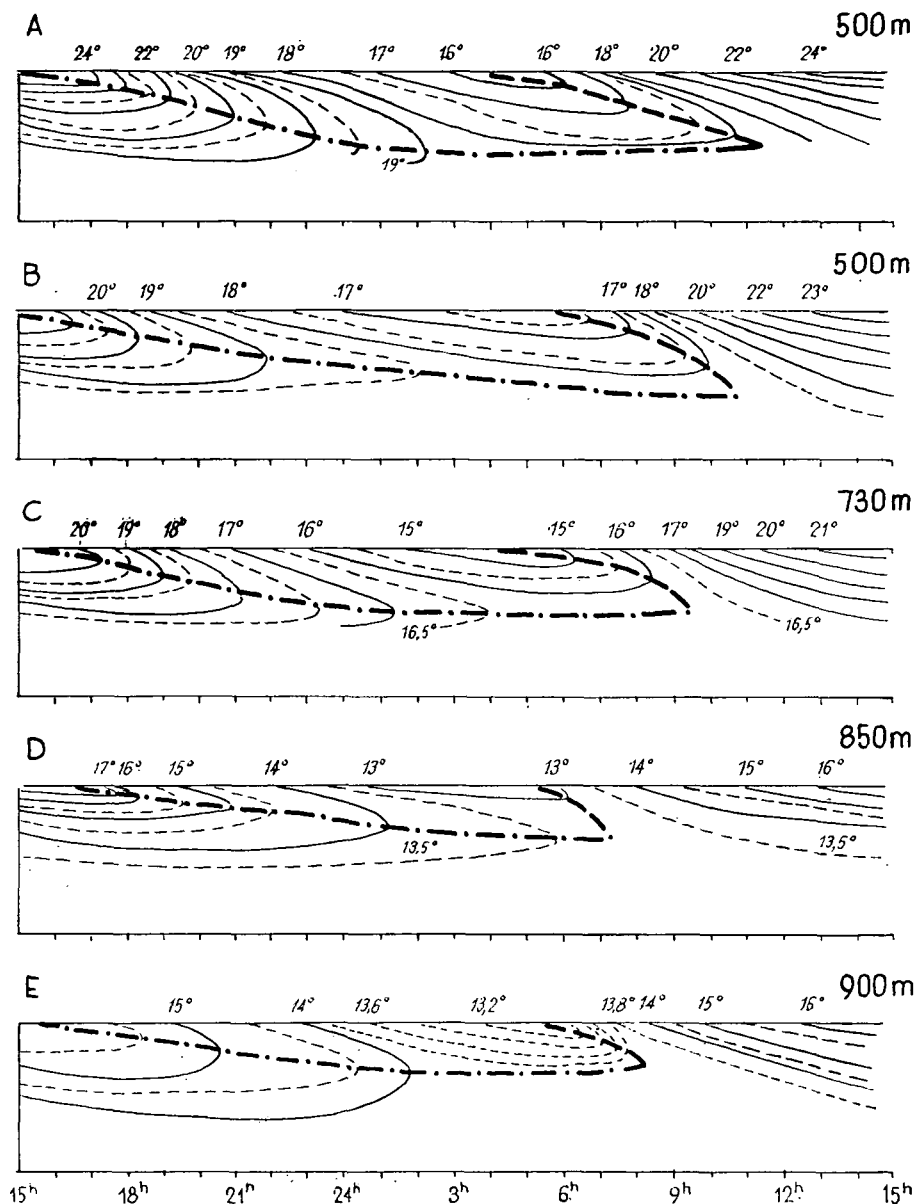
Az egyes lejtőfelszínek talajhőmérsékleti izopletáinak jellemző adatait a II. táblázaton mutatjuk be.

2. táblázat

Különböző expozíciójú lejtőfelszínek besugárzásának és napi talajhőmérsékleti menetének kapcsolatát tükröző inverziós rétegmélység és neutrális időpontok a Bükk-fennsík, Középbérc környékén, valamint a VITUKI Kömpöci állomásán

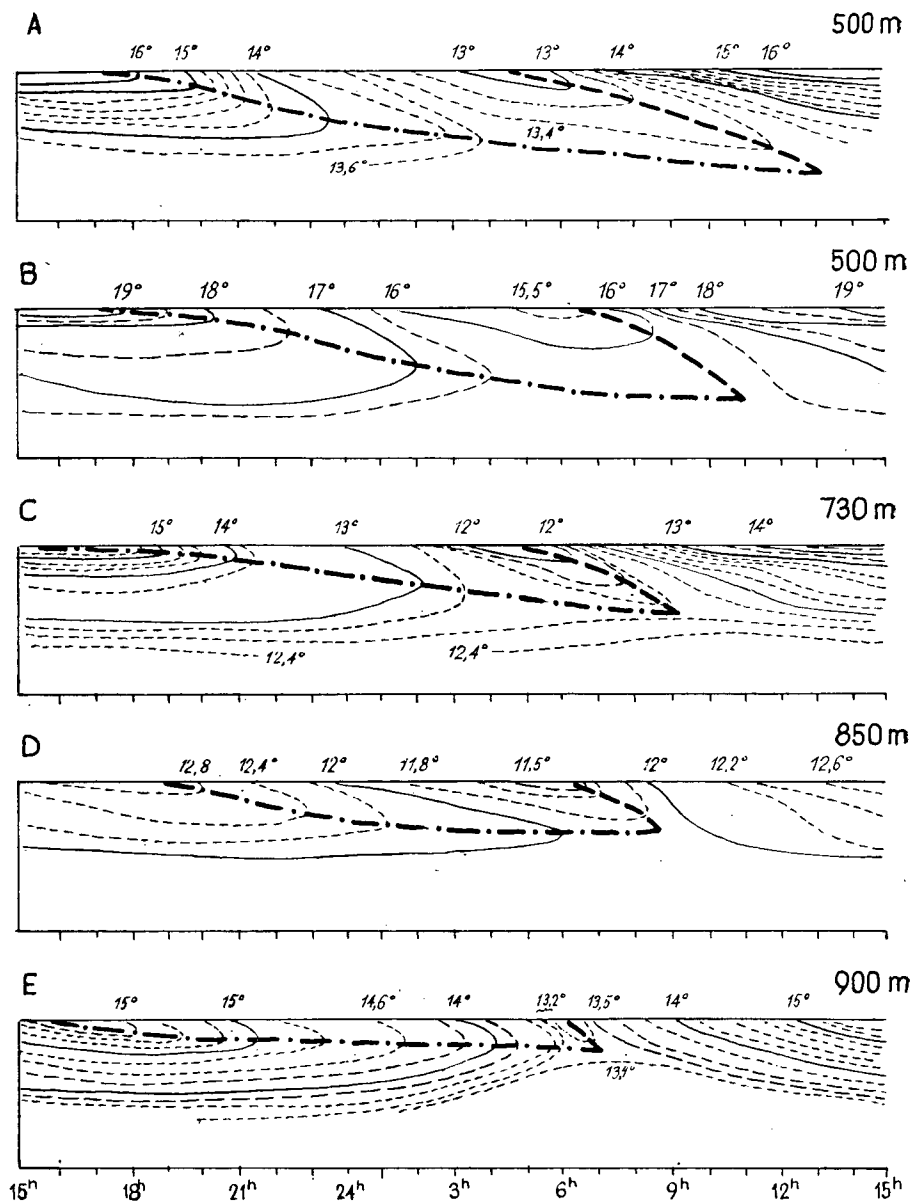
a mérés ideje	a mérés helye	az inverziós réteg mélysége (cm)	a neutrális pont ideje (óra)	a 2 cm-es napi max.		a 2 cm-es napi min.	
				értéke (°C)	ideje (óra)	értéke (°C)	ideje (óra)
1974. VIII. 4—20.	Kömpöc	60	20	38,7	15	21,9	5
1965. VIII.	Bükk Középbérc rét	30	19	26,3	13	13,0	5
1965. VIII.	Bükk Középbérc töbör sorolja	28	16	25,6	14	12,3	5
1965. VIII.	Bükk Középbérc töbör Ny. exp.	28	13	27,6	15	11,9	5
1965. VIII.	Bükk Középbérc töbör É. exp.	27	18	19,1	16	11,1	5
1965. VIII.	Bükk Középbérc töbör ÉK exp.	50	18	18,3	10	13,0	5

A napi sugárzásforgalom és a talaj különböző mélységeinek különböző mértékű felmelegedése a sugárzásfelfogó felszín tengerszint feletti magasságától nagy mértékben függ. Állításunk igazolására a 10. 1. ábrán a Bükk-fennsík 1964. és 1967. közötti évek augusztusában végzett talajhőmérsékleti méréseink izopletáit mutatjuk be. A 10. ábrán nyílt térszerű területek (rét, tisztás), a 1. ábrán különböző



10. ábra. Különböző tengerszintfeletti magasságú Bükk-fennsíki területek szabadhorizontú térszíneinek napi talajhőmérsékleti inverziói.

állományú és szerkezetű erdőterületek izoplétái láthatók. A felülről lefelé egymás után következő izoplétákat a mérési helyeik növekvő tengerszint feletti magassága szerint rendeztük. A mélység és az idő függvényében jelentkező napi neutrális pontokat összekötő egyenes vonal jól mutatja a napi inverzió egyre korábbi megszűné-



11. ábra. Különböző tengerszintfeletti magasságú Bükk-fennsíkú területek erdő térszíneinek napi hőmérsékleti inverziói.

sének tengerszint feletti magasságtól való függését. Különösen a magasan fekvő erdő területek talajánál mutatkozik élesen az inverzió korai megszűnése (5–6 óra), ezért a neutrális pontokat összekötő vonal itt sokkal meredekebb, mint a szabad térszínű területeken. Az inverziós réteg vastagságának tengerszint feletti magasságtól való

függése is jól felismerhető az ábrákról. Különösen érdekes a bánkúti erdőtalaj kicsiny (5 cm-es) inverziója, pontosan egyezik a hét évvel későbbben és más területen („Ös-erdő”) de ugyancsak 900 méter magasságban végzett méréseink eredményével.

Végezetül megállapíthatjuk, hogy a Bükk-fennsík különböző területein végzett talajhőmérsékleti mérések eredményeinek összehasonlító vizsgálatával jó megközelítéssel következtethetünk a különböző területek energiaháztartásának tengerszint-feletti magasságtól és horizontkorlátozástól függő sajátosságaira.

IRODALOM

- [1] BACSÓ N.: Bevezetés az agrometeorológiába. Mezőgazdasági Kiadó 140—142, 1973.
- [2] AUJESZKY L., BERÉNYI D., BÉLL B.: Mezőgazdasági meteorológia 323—337, Akadémiai Kiadó, Bp. 1951.
- [3] ANDERKO A.: A talaj melegének periodusos ingása. Bp. 1909.
- [4] BERÉNYI, D.: Mikroklimatologie mikroklima der bodennahen atmosphäre. Akadémiai Kiadó, 1967.
- [5] KAKAS J.: Magyarország éghajlati atlasza. O.M.I. Adattár, II. kötet, 117 old. Akadémiai Kiadó, 1967.
- [6] WAGNER R.: A mikroklimák földrajzi elrendeződése Hosszúbércen. Beszámolók az 1955-en végzett tudományos kutatásokról. Az O.M.I. hivatalos kiadványai XX. kötet, 197—211, 1955.
- [7] WAGNER, R.: Lufttemperaturmessungen in einer Doline des Bükk-Gebirges. Zeitschrift für Angewandte Meteorologie, Band 5, Heft 3—4, 92—99, 1964.
- [8] WAGNER, R.: Temperaturzonen des Bodens. Acta Climatologia, Tomus VII. Fasc. 1—4, 3—15, 1967.
- [9] KÁROSSY Cs.: Alacsonyabb rendű mikroklimatérsegek elkülönítése sugárzás viszonyai alapján. Diákköri pályamunka, 1969.
- [10] KÁROSSY Cs.: Adatok a rövidhullámú sugárzásforgalom összetevőinek vizsgálatához a Bükk-fennsíkon végzett mérések alapján. A Szegedi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 85—95, 1973.
- [11] VALKO, P.: On the diffuse irradiation of inclined plane surfaces (Symposium on radiation 1968, Bergen.)
- [12] VÁRADI F.: A hosszuhullámú sugárzás meghatározására szolgáló számítási módszerek kritikai vizsgálata. Beszámolók az 1969-ben végzett tudományos kutatásokról. Az O.M.I. hivatalos kiadványai, XXXVI. kötet, 217—229, 1972.
- [13] BACSÓ N.: Magyarország éghajlata. Akadémiai Kiadó 42—44, 1959.
- [14] PATAKI M.: A meteorológiai mesterséges holdak sugárzási adatainak felhasználási lehetőségei. Beszámolók az 1968-ban végzett tudományos kutatásokról. Az O.M.I. hivatalos kiadványai XXXV. kötet, 339—350, 1970.
- [15] SÜLYÖK Z.: Budapest talajhőmérséklete. Időjárás 46, 15—25, 1942.
- [16] WAGNER R.: Az árasztás és a növényállomány hatása a mikroklimára. Doktori értekezés tézisei. Szeged, 1966.
- [17] KÁROSSY Cs.: A Bükk-fennsík talajhőmérsékletének jellemzői. A Szegedi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 1974.
- [18] KÁROSSY Cs.: Adatok egy bükki töbör rövidhullámú sugárzás viszonyának vizsgálatához. Acta Iuvenum. Acta Universitatis Szegediensis. Tomus Sectio Scientiarum Naturalium. 49—52, 1970.

ДАННЫЕ К ИССЛЕДОВАНИЮ КОРОТКОВОЛЬНОГО ЛУЧЕИСПУСКАНИЯ ПЛОСКОГОРЬЯ — БЮКК НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ СУТОЧНОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ

Ч. Кароши

Автор сопоставляет результаты коротковольного облучения и температуры почвы, полученные путем детального картографирования климата заповедника «Дремучего леса», находящегося на краю югозападной части плоскогорья Бюкк, с результатами измерения, проведенного Вагнером в 1960-ые годы. Автор, на основе обнаруженной безусловно тесной связи между коротковольным лучеиспусканием и ограничением горизонта и суточным

ходом температуры почвы, предполагает сохранение недостатка суточной температурной инверсии на весь летний период, выявленного из почвы самой густой части «Дремучего леса» и вместе с тем меньшую меру нагревания поверхности почвы по сравнению с другими временами года. Меньшую меру нагревания почвы в летнем периоде, предполагаемого автором, можно связывать и сильным повреждением густого состава «Дремучего леса».

DATEN ZUM STUDIUM DES KURZWELLEN STRAHLUNGSUMLAUFS IM HOCHPLATEAU DES BÜKK-GEIRGES AUFGRUND DER UNTERSUCHUNG DES TAGESGANGES DER BODENTEMPERATUR

Cs. Károssy

Verfasser vergleicht seine bei der ausführlichen Klimakartographierung im Naturschutzgebiet des am südwestlichen Rande des Bükk-Hochplateaus gelegenen „Öserdö“ („urwald“) erhaltenen Kurzwellenbestrahlungs- und Bodentemperaturbefunde mit den Messergebnissen von Wagner aus den 1960-er Jahren. Aufgrund der zwischen Kurzwellenstrahlungsumlauf und Horizont-beschränkung sowie dem Tagesgang der Bodentemperatur festgestellten, zweifellos engen Beziehung vermutet Verfasser das Bestehenbleiben des im Boden des dichtesbestandenen Teiles des „Öserdö“ nachgewiesenen Tagestemperatur-Inversionsmangels während der ganzen Sommerperiode und damit die geringere sommerliche Erwärmung der Bodenoberfläche im Verhältnis zu den anderen Jahreszeiten. Die vom Verfasser angenommene geringgradigere Bodenerwärmung in der Sommerperiode lässt sich auch in Beziehung zu dem intensiven Untergang des dichten Bestandes des „Öserdö“ bringen.